

УДК 004.77:004.932:001.81

Радкевич О. П.

Інститут цифровізації НАПН України, Київ, Україна

ORCID ID 0000-0002-2648-5726

АУДІОВІЗУАЛЬНЕ ПРЕДСТАВЛЕННЯ НАУКОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ НА ПЛАТФОРМАХ WIKIMEDIA

DOI 10.14308/ite000803

Актуальність статті зумовлена стрімким зростанням цифровізації освітньо-наукового простору, що потребує нових підходів до комунікації наукових знань. Традиційні текстові формати втрачають ефективність у сприйнятті інформації широкою аудиторією, особливо в умовах домінування візуального контенту в цифровому середовищі. З огляду на це, платформи Wikimedia, зокрема Wikipedia, Wikimedia Commons, Wikiversity тощо, розглядаються як частина інфраструктури цифрової науки, що охоплює академічне і публічне середовище. Представлення наукових концептів через зображення, анімацію, відео та інші інтерактивні формати сприяє кращому розумінню складних ідей, підвищуючи якість науково-освітньої комунікації. Такий підхід особливо актуальний в умовах глобалізації знань, коли наукові результати повинні бути доступними як для фахівців, так і для широкої громадськості. Метою статті є обґрунтування сучасних підходів до аудіовізуального представлення наукової інформації на платформах Wikimedia. Здійснено класифікацію наявного аудіовізуального контенту наукового спрямування на різних платформах Wikipedia, Wikimedia Commons, Wikiversity тощо. Обґрунтовано принципи аудіовізуального представлення наукової інформації в мережі Інтернет: ясності, точності та достовірності, вільного поширення наукових знань, залучення широкої аудиторії, дотримання вимог щодо вільного ліцензування, повага до авторських прав. Схарактеризовано приклади ефективного використання аудіовізуальних засобів для ілюстрації складних наукових концепцій у різних галузях знань, що значно полегшують розуміння абстрактних ідей, складних процесів та підвищують рівень зацікавленості аудиторії. Для якісного представлення аудіовізуального наукового контенту у Wikimedia сформовано рекомендації: залучення працівників наукових і освітніх установ, редакторів Wikimedia до розроблення та поширення вільно ліцензованого аудіовізуального контенту, який би ілюстрував результати наукових досліджень та пояснював складні наукові концепції; забезпечення якості та наукової достовірності створюваних матеріалів; розширення доступності аудіовізуального контенту, наприклад, шляхом додавання субтитрів до відео або альтернативних описів до зображень тощо.

Ключові слова: Wikimedia, аудіовізуальний контент, відеоролики, анімація, інфографіка, інтерактивні формати, аудіовізуальне представлення, наукова інформація.

Постановка проблеми. Сучасний світ характеризується безпрецедентним обсягом інформації, що постійно зростає. В епоху цифрових технологій, коли доступ до даних став миттєвим і глобальним, традиційні методи передачі знань, зокрема через суто текстові формати, часто виявляються недостатньо ефективними. Саме тому актуалізується проблема представлення інформації аудіовізуальним способом, який завдяки своїй здатності швидко й ефективно передавати складні ідеї та концепції, набуває все більшої значущості в різних сферах життя, і особливо в науці. Соціальні мережі, онлайн-платформи та мультимедійні ресурси переповнені зображеннями, відеороликами, інфографікою та анімаціями. Люди звикли споживати інформацію аудіовізуально, оскільки це дає змогу заощаджувати час та зусилля необхідні для опрацювання великих масивів тексту. Людський мозок за своєю природою краще сприймає та запам'ятовує візуальні образи, що робить їх потужним інструментом комунікації.

У науковій сфері, де часто доводиться оперувати абстрактними поняттями, складними даними та багатовимірними залежностями, аудіовізуальне представлення відіграє особливу роль. Наукові дослідження генерують величезну кількість даних, які потребують аудіовізуалізації для їх аналізу, інтерпретації та подальшого представлення [1]. Графіки, діаграми, схеми, карти та інші аудіовізуальні засоби дають змогу науковцям виявляти закономірності, тенденції та взаємозв'язки, які можуть бути непомітними під час аналізу лише числових даних [2]. Окрім того, аудіовізуальне представлення наукової інформації є ключовим для поширення наукових знань серед широкої аудиторії, адже багато наукових концепцій є складними та неінтуїтивними для людей, які не мають спеціальної освіти. Використання аудіовізуальних засобів значно полегшує розуміння цих концепцій, робить науку більш доступною та цікавою для громадськості [3]. Це особливо важливо в контексті зростаючої потреби у підвищенні рівня наукової грамотності суспільства, яка є необхідною умовою для прийняття обґрунтованих рішень з питань, що стосуються науки, освіти й технологій [4].

Успішне аудіовізуальне представлення наукової інформації в мережі Інтернет ґрунтується на врахуванні положень принципів ясності, точності, залучення широкої аудиторії тощо. Наприклад, згідно з принципом *ясності* аудіовізуальні матеріали повинні бути чіткими, лаконічними та зрозумілими. Вони мають фокусуватися на ключових аспектах інформації, уникаючи зайвих деталей та аудіовізуального шуму, що можуть відволікати увагу або ускладнювати процес сприйняття. Окрім того, використання простих і зрозумілих аудіовізуальних метафор та аналогій значно полегшує розуміння абстрактних наукових концепцій. Відповідно до принципу *точності* аудіовізуальне представлення наукових даних повинно бути достовірним та відповідати фактичній інформації. Будь-які спотворення або неточності можуть призвести до неправильного розуміння та формування помилкових уявлень про наукові факти. Тому ті, хто створюють аудіовізуальний контент, повинні ретельно перевіряти всю представлену інформацію та використовувати лише науково обґрунтовані аудіовізуальні рішення. Важливим принципом аудіовізуального представлення наукової інформації є *залучення широкої аудиторії*. Аудіовізуальні матеріали мають бути цікавими та привабливими, щоб привертати та утримувати увагу. Використання інтерактивних елементів, анімації, яскравих кольорів та нестандартних аудіовізуальних рішень робить процес пізнання науки більш захоплюючим та мотивуючим [5, 6]. Однак, необхідно пам'ятати про баланс між науковим викладом інформації та доступністю її сприйняття, коли мова йде про широку аудиторію, яка охоплює людей з різними освітнім і культурним рівнями, особливостями та фізичними можливостями. Тобто, аудіовізуальні матеріали мають розроблятися таким чином, щоб бути зрозумілими та доступними для якомога більшої кількості людей.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблема аудіовізуального представлення наукової інформації є предметом наукових пошуків багатьох вітчизняних і зарубіжних дослідників. Окремі з них безпосередньо вивчали якість наукових посилань у *Wikipedia*. В одному дослідженні із застосуванням аналізу «розумних цитувань» наукових статей, на які посилається *Wikipedia*, підкреслюється роль платформи як індикатора впливу наукових публікацій [7]. У цій роботі стверджується, що «наукова публікація, на яку посилаються у статті *Wikipedia*, вважається показником певного рівня впливу цієї публікації» [8]. Крім того, за результатами дослідження понад 115 мільйонів цитувань 800 000 наукових статей у *Wikipedia*, було виявлено, що значна частина цитованих статей залишається неперевіреною, тоді як інші демонструють різні рівні підтверджувальних або суперечливих доказів [9]. Це свідчить і про широке охоплення наукових робіт у *Wikipedia*, і про необхідність постійного оцінювання якості цих посилань.

Науковий інтерес становлять праці зарубіжних дослідників, у яких значна частина посилань у *Wikipedia* здійснена на наукову або академічну літературу. Як відображено в статті «A comprehensive data set of citations with identifiers extracted from English Wikipedia», велика кількість статей з наукових журналів цитується на платформі [10]. Крім того, у роботі «A Map

of Science in Wikipedia» зазначено, що більшість цитованих статей належать до галузей STEM, особливо до біології та медицини, що підкреслює важливість *Wikipedia* у поєднанні цих сфер із широкою громадськістю [11]. Автори пишуть, що найважливішими є мультидисциплінарні наукові журнали, особливо такі відомі видання, як *Nature*, *Science*, *PNAS*, і що статті з цих та інших журналів з високим імпакт-фактором частіше цитуються у *Wikipedia*. Результати досліджень також свідчать, що відкритий доступ відіграє вирішальну роль у поширенні наукових знань через *Wikipedia*. Доступність статей у відкритому доступі надає редакторам *Wikipedia* своєчасний доступ до нових результатів досліджень, а це сприяє включенню наукової інформації на платформу [12; 13]. Дослідження також підтверджують, що *Wikimedia* є значною платформою для поширення наукових знань, посиляючись на велику кількість наукової літератури, особливо в галузях STEM. І хоча й тривають дискусії щодо якості та надійності цієї інформації, широке використання *Wikipedia* та зосередженість на цитуванні наукових джерел підкреслюють її важливість у забезпеченні доступу та сприянні громадському розумінню науки.

Мета дослідження: обґрунтування сучасних підходів до аудіовізуального представлення наукової інформації на платформах *Wikimedia*.

Методи: *аналіз наукової літератури:* вивчення та критичний аналіз наукових статей, монографій та інших публікацій, присвячених тематиці аудіовізуалізації наукової інформації та використання платформ *Wikimedia* в освіті й науці; *контент-аналіз:* дослідження та класифікація наявного аудіовізуального контенту наукового спрямування на різних платформах *Wikimedia* (*Wikipedia*, *Wikimedia Commons*, *Wikiversity* тощо) з метою виявлення домінуючих форматів, тематики та якості представлення; *узагальнення висновків.*

Виклад основного матеріалу дослідження. У сучасному цифровому світі існує безліч платформ, які використовуються для поширення знань та наукової інформації (рис.1).

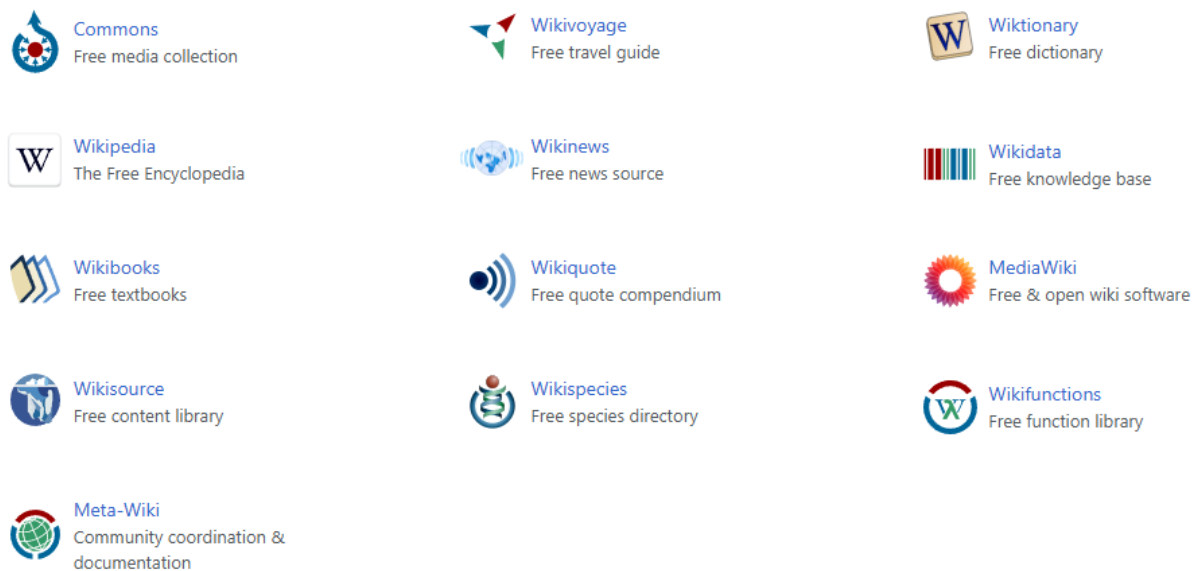


Рис. 1. Платформи Wiki

Серед них особливе місце займає *Wikimedia* — глобальний проєкт, що об'єднує різноманітні вільно доступні онлайн-енциклопедії, словники, сховища мультимедійних файлів та інші ресурси. Завдяки своєму відкритому характеру, великій кількості авторів та редакторів, а також широкій доступності, *Wikimedia* стала однією з найупливовіших платформ для поширення знань у світі. Найвідомішим і найпопулярнішим проєктом *Wikimedia* є багатомовна онлайн-енциклопедія *Wikipedia*, яка містить мільйони статей на різноманітні теми, включаючи науку, історію, культуру, технології та багато іншого [14]. Вона є одним із

найвідвідуваніших веб-сайтів у світі та слугує основним джерелом інформації для мільйонів користувачів. Її відкрита модель редагування дає змогу будь-кому долучитися до створення та вдосконалення змісту статей. Проєкт *Wikimedia* також включає *Wikimedia Commons* – величезне сховище вільно ліцензованих мультимедійних файлів, таких як зображення, аудіозаписи та відеоролики. *Wikimedia Commons* є безцінним ресурсом для ілюстрації та аудіовізуалізації інформації в різних проєктах *Wikimedia*. Інші проєкти *Wikimedia*: *Wikiversity* – платформа для вільного навчання та проведення наукових досліджень; *Wikibooks* – колекція відкритих підручників і навчальних матеріалів також мають значний потенціал для використання аудіовізуальних засобів у науковій сфері. Відеолекції, наукові анімації, інтерактивні симуляції та інші аудіовізуальні елементи можуть значно підвищити ефективність освітнього процесу та сприяти глибшому розумінню наукових дисциплін. З огляду на це, *Wikimedia* є потужною екосистемою для поширення знань. Її глобальна аудиторія, відкритий характер та наявність спеціалізованих сховищ мультимедійних файлів створюють сприятливі умови для оптимізації використання аудіовізуального контенту з метою підвищення доступності та розуміння наукової інформації.

У контексті класифікації аудіовізуального контенту наукового спрямування на різних платформах *Wikimedia*, розглянемо детальніше цифрові платформи: *Wikimedia Commons*, *Wikiversity* та *Wikipedia*. Зокрема *Wikimedia Commons* (рис. 2) є централізованим репозиторієм для переважної більшості медіафайлів, що використовуються на всіх проєктах *Wikimedia*, включаючи відео, аудіо, анімації та статичні зображення [15].



Рис. 2. Графічне зображення платформи «Wikimedia Commons»

Для формування наукового контенту існують спеціальні структури категорій, такі як Category: Science, Category:Videos_of_science та численні підкатегорії за галузями знань (наприклад, Videos of biology, Videos of physics, Videos of medicine, Videos of chemistry та ін.) і типами контенту. Кожен файл на *Wikimedia Commons* супроводжується сторінкою опису, що містить метадані: назву файлу, опис (переважно багатомовний), інформацію про автора, джерело, дату завантаження, ліцензію, а також формат файлу та технічні характеристики (тривалість, розмір файлу, роздільна здатність тощо) (табл. 1). Значний внесок у наповнення *Wikimedia Commons* відео контентом здійснює інструмент Open Access Media Importer (OAMI) [16]. Цей бот автоматично завантажує мультимедійні файли (переважно відео та аудіо) із відкритих наукових публікацій, розміщених у базі даних PubMed Central, які мають сумісні з *Wikimedia* ліцензії (CC BY; CC BY-SA) [17]. Наприклад, категорія «Videos from studies» завантажена за допомогою Open Access Media Importer на *Wikimedia Commons* містить тисячі файлів [18]. Незважаючи на наявність системи категорій, вона не завжди є послідовною або достатньо деталізованою для здійснення ґрунтовного наукового аналізу. Зауважимо, що

аудіовізуальні файли часто є додатковими матеріалами до наукових статей, наприклад, короткі відеокліпи, що демонструють методику експерименту, візуалізація даних, а не розгорнуті лекції чи документальні фільми. Це потенційно може створювати дисбаланс у представленні різних наукових дисциплін та типів аудіовізуального контенту.

Таблиця № 1.

Формати, опис та їх застосування на платформах Wiki

Категорія файлу	Формат файлу	Опис	Застосування (Wikipedia, Wikiversity, Wikimedia Commons)
Зображення	JPEG (.jpg, .jpeg)	Стиснутий формат із втратами, ідеальний для фотографій	Усі платформи для фотографій та складних зображень
	PNG (.png)	Формат без втрат, підтримує прозорість, ідеальний для графіків, логотипів, ілюстрацій	Усі платформи для графіків, схем, скріншотів
	GIF (.gif)	Підтримує анімацію та прозорість (обмежено), використовується для простих анімацій та іконок	Всі платформи для простих анімацій та іконок
	SVG (.svg)	Векторний формат, масштабується без втрати якості, ідеальний для діаграм, карт, логотипів	Усі платформи, особливо для ілюстрацій, що потребують масштабування
	TIFF (.tif, .tiff)	Формат без втрат, часто використовується для високоякісних зображень, архівних матеріалів	Wikimedia Commons (рідше), для оригіналів зображень високої якості
	WebP (.webp)	Сучасний формат зображень, що забезпечує високу якість при меншому розмірі файлу.	Wikimedia Commons (підтримується), поступово розширюється використання
Аудіо	Ogg Vorbis (.ogg)	Відкритий, вільний, стиснутий аудіоформат зі втратами	Всі платформи, для музичних файлів, звукових кліпів, подкастів
	FLAC (.flac)	Відкритий, вільний аудіоформат без втрат, для високоякісного звуку	Wikimedia Commons (рідше), для архівних аудіозаписів
	WAV (.wav)	Нестиснутий аудіоформат, висока якість, великий розмір файлу	Wikimedia Commons (рідше), для оригіналів звукових записів
	MIDI (.mid, .midi)	Файл послідовності музичних інструментів, а не аудіо	Wikimedia Commons (дуже рідко), для музичних партитур
Відео	Ogg Theora (.ogv)	Відкритий, вільний відеоформат з втратами	Всі платформи, для відеороликів, навчальних матеріалів
	WebM (.webm)	Відкритий, вільний відеоформат, оптимізований для вебу	Wikimedia Commons, поступово розширюється його використання

Документи/Текст	PDF (.pdf)	Формат для обміну документами, зберігає форматування	Wikimedia Commons, для публікацій, книг, документів
	DjVu (.djvu)	Формат стиснення зображень, особливо ефективний для сканованих документів	Wikimedia Commons, для сканованих книг та документів
	TeX (.tex)	Мова розмітки для створення документів, особливо математичних та наукових	Wikimedia Commons (рідко), для розміщення вихідних файлів
Інші	XML (.xml)	Мова розмітки для структурованих даних	Wikimedia Commons (рідко), для метаданих
	3D models (various)	Різноманітні формати 3D-моделей	Wikimedia Commons (деякі експериментальні підтримки)
	GeoJSON (.geojson)	Формат для кодування географічних структур даних	Wikimedia Commons (як частина карт або даних)

Wikiversity є платформою, призначеною для створення та використання відкритих освітніх ресурсів, курсів, навчальних проєктів та проведення спільних досліджень (рис. 3). На цій платформі контент організований за тематичними «школами» (наприклад, School of Biology, School of Physics and Astronomy), порталами (Portal:Media, Portal:Internet audio and video) та типами ресурсів (лекції, медіа, навчальні проєкти, завдання тощо). На *Wikiversity* активно інтегруються в освітній процес аудіовізуальні матеріали. Це можуть бути відеолекції (більшість у вигляді посилань на зовнішні платформи, такі як YouTube), анімації для пояснення складних концепцій (наприклад, інтерактивні симуляції PhET або GIF-анімації, файл QuantumHarmonicOscillatorAnimation.gif, що розміщується у *Wikimedia Commons* й використовується на *Wikiversity*), а також аудіозаписи лекцій чи навчальних матеріалів [19]. Аудіовізуальний контент на *Wikiversity* має виражену дидактичну спрямованість. Він може бути як внутрішнім (завантаженим на *Wikimedia Commons* та вбудованим у сторінки *Wikiversity*), так і зовнішнім (у вигляді посилань на ресурси поза екосистемою *Wikimedia*) [20]. Використання зовнішніх ресурсів створює певні труднощі для отримання необхідної інформації, оскільки такі посилання можуть стати неактивними, а контент змінитися або зникнути. Це впливає на стабільність наукових матеріалів та можливість аналізу метаданих такого контенту. Отже, під час класифікації аудіовізуального контенту платформи *Wikiversity* важливо враховувати джерело його походження (внутрішнє чи зовнішнє) та потенційну ефемерність зовнішніх посилань. Окрім того, для забезпечення довготривалого доступу до освітніх ресурсів, необхідно базуватися на положеннях стратегії архівації цінного зовнішнього контенту або його заміни на аналогічний, розміщений у *Wikimedia Commons*.

Водночас, глобальною енциклопедією, що використовує аудіовізуальні матеріали для ілюстрації й доповнення наукових статей та виконує важливу енциклопедичну й освітню функцію є *Wikipedia* (рис. 4). Більшість аудіовізуальних матеріалів, що використовуються у *Wikipedia*, розміщені для централізованого управління та зберігання медіа у *Wikimedia Commons*. Зауважимо, що використання медіа у *Wikipedia* регулюється низкою політик і настанов, що стосуються нейтральності точки зору, верифікованості інформації, дотримання авторських прав і доцільності використання зображень та інших медіа [21]. Використання аудіовізуального контенту у статтях *Wikipedia*, особливо у вибраних статтях (Featured Articles), які вважаються зразковими, є досить вибіркоким, максимально ілюстративним, інформативним та енциклопедичним.

Для демонстрації динамічних процесів, наприклад, структури ДНК або концепцій еволюції, популярними є анімації, створені переважно у форматі GIF. Формати файлів, що потребують спеціального програмного забезпечення для відтворення є надто великими за розміром і можуть використовуватися рідше, щоб забезпечити доступність для якомога

ширшого кола читачів. Існують рекомендації щодо форматів файлів для довготривалого зберігання та доступу, наприклад, бібліотека Конгресу США щорічно публікує «Recommended Formats Statement» [22], де для відео визначаються такі формати, як FFV1 (у контейнері Matroska.mkv), ProRes, MPEG-2, XDCAM та Interoperable Master Format (IMF), а для аудіо – FLAC, WAVE (Broadcast Wave) [23] (табл. 2).



Рис. 3. Головна сторінка платформи Wikiversity

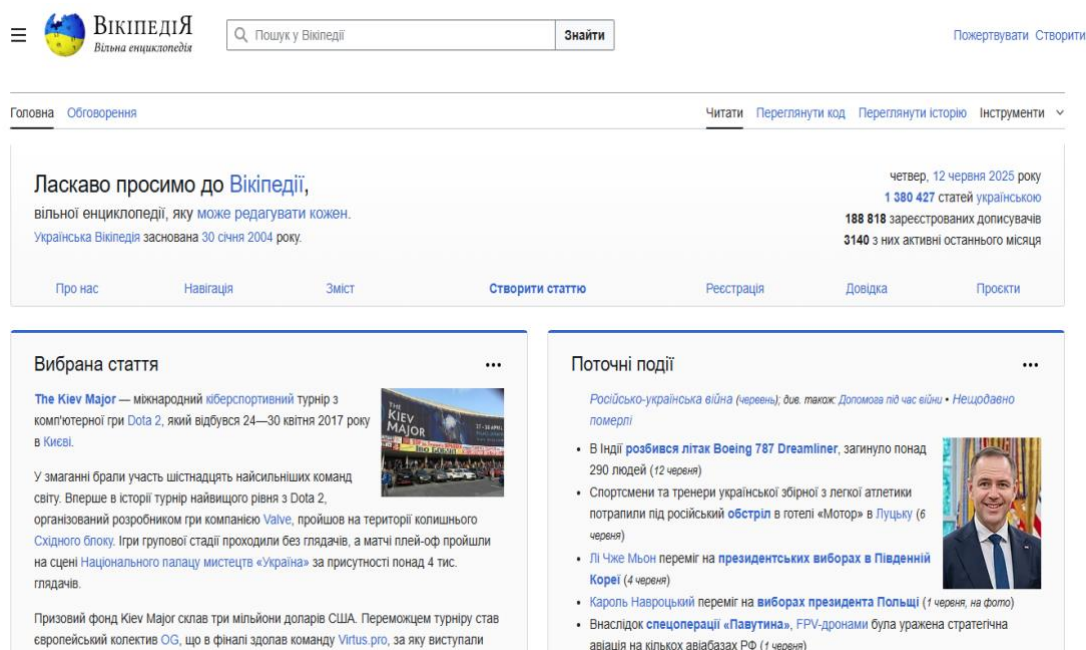


Рис. 4. Головна сторінка платформи Wikipedia

Таблиця № 2.

Формати довготривалого зберігання аудіовізуальних ресурсів

Вид	Застосування	Формат	Роз'яснення
Відео та анімації	Щоб показати щось рухоме (наприклад, ДНК в русі)	GIF: Короткі відео без звуку, які легко дивитись скрізь	FFV1 (.mkv), ProRes, MPEG-2: Ці формати зберігають відео у найвищій якості, щоб воно не зіпсувалося через багато років
Звук	Голос, музика, звукові ефекти до відео	MP3, OGG: Маленькі файли, які легко відтворювати та ділитися	FLAC, WAVE (Broadcast Wave): Зберігають звук ідеально, без жодних втрат якості

Водночас повне та формалізоване впровадження стандартів метаданих, таких, як PBCore та METS на платформах *Wikimedia* є складним завданням через децентралізований характер створення контенту, волонтерську основу та органічно сформовану практику використання категорій і шаблонів. Пряме копіювання таких складних стандартів може бути нереалістичним для більшості користувачів *Wikimedia*. Однак, принципи, закладені в цих стандартах, та ключові елементи опису (наприклад, тема, тип контенту, формат, автор, джерело, дата створення, анотація) можуть слугувати міцною основою для розроблення адаптованої, спрощеної, але ефективної системи класифікації та набору рекомендацій щодо метаданих для наукового аудіовізуального контенту на платформах *Wikimedia* [24]. Такий підхід полягає у створенні профілю застосування (обов'язкових розширень, наприклад: .png; .jpg тощо) або набору рекомендованих полів, інтегрованих в існуючі шаблони опису файлів на *Wikimedia Commons*.

Наукові знання за своєю природою часто є абстрактними та багатограними, охоплюючи широкий спектр явищ, процесів та взаємозв'язків. Ґрунтовне розуміння таких концепцій часто потребує не лише текстового опису, але й аудіовізуалізації, яка б давала змогу уявити невидимі процеси, змодельовати складні системи або наочно продемонструвати результати експериментів. Саме тому якісний аудіовізуальний контент має вирішальне значення для ефективної передачі наукової інформації. Однак, на сьогоднішній день, кількість доступного аудіовізуального контенту на наукову тематику у *Wikimedia* є значно меншою порівняно з обсягом текстової інформації [25]. Багато наукових статей у *Wikipedia* не містять достатньої кількості ілюстрацій, а відео- та анімаційні матеріали, які б пояснювали ключові концепції або демонстрували наукові явища, є відносно рідкісними. Це створює значні труднощі для користувачів, які віддають перевагу аудіовізуальному навчання або потребують наочного представлення складної інформації для її кращого розуміння.

Існує кілька причин таких труднощів: *по-перше*, створення якісного наукового аудіовізуального контенту потребує значних зусиль, часу та спеціальних знань і навичок. Науковці, які володіють глибокими знаннями у своїй галузі, можуть не мати достатньо навичок у сфері аудіовізуалізації та мультимедійного дизайну. З іншого боку, професійні дизайнери та мультимедійні фахівці не мають необхідних наукових знань для створення точного та достовірного контенту; *по-друге*, процес створення наукового аудіовізуального контенту досить ресурсомісткий: проведення зйомок, створення складних 3D-моделей, анімацій, записів, редагування аудіо, а також інші технічні процеси, що потребують наявності відповідного обладнання та програмного забезпечення. Це є значною перешкодою для окремих ентузіастів або невеликих груп науковців, які прагнуть поділитися своїми знаннями у *Wikimedia*; *по-третє*, специфіка наукової інформації часто потребує високого рівня деталізації, що ускладнює її аудіовізуалізацію. Спроба надмірно спростити складну наукову концепцію для її аудіовізуального представлення може призвести до втрати важливих деталей або навіть до спотворення інформації [26]. Тому створення ефективного наукового аудіовізуального контенту зумовлює необхідність ретельного балансу між зрозумілістю

контенту та науковою строгістю його представлення. Окрім того, не завжди легко знайти або створити вільно ліцензований аудіовізуальний контент на наукову тематику. Багато якісних наукових аудіовізуалізацій, такі як ілюстрації з підручників або відеоматеріали з наукових конференцій, можуть бути захищені авторським правом, що унеможливило їх використання у *Wikimedia* без відповідного дозволу [27, 28]. Це також спричиняє дефіцит вільно доступного якісного аудіовізуального контенту на наукову тематику. Вирішення цієї проблеми вимагає об'єднання зусиль науковців, аудіовізуальних дизайнерів, мультимедійних фахівців й спільноти *Wikimedia* для створення, обміну та поширення якісного аудіовізуального контенту, який би відповідав високим стандартам наукової точності та доступності.

Другою важливою групою проблем, що ускладнюють використання аудіовізуальних матеріалів у *Wikimedia* для наукової комунікації, пов'язані з ліцензуванням, авторським правом та доступністю контенту для різних категорій користувачів. Дотримання вимог щодо вільного ліцензування, повага до авторських прав та забезпечення рівного доступу до наукової інформації для всіх користувачів є ключовими принципами функціонування платформ *Wikimedia*. Однак застосування цих принципів до аудіовізуального контенту наукової тематики має свої особливості та виклики. Однією з головних вимог до контенту, що розміщується на *Wikimedia*, є наявність вільної ліцензії [29, 30], що дозволяє будь-кому вільно використовувати, копіювати, поширювати та модифікувати цей контент, за умови збереження авторства та посилання на оригінальну ліцензію. Цей принцип вільного поширення наукових знань є основоположним для проєктів *Wikimed.*, однак знайти або створити якісний науковий аудіовізуальний контент, який би відповідав таким вимогам, буде непросто. Адже багато цінних наукових аудіовізуалізацій, такі як зображення, графіки, діаграми та відеоролики, створені в рамках наукових досліджень або опубліковані в наукових журналах та підручниках, часто захищені авторським правом. Отримання дозволу на їх використання у *Wikimedia* з вільною ліцензією буде складно або навіть неможливо. Це обмежує можливості використання вже існуючих якісних аудіовізуальних матеріалів, які могли б значно покращити наукові статті у *Wikipedia* та інших проєктах *Wikimedia*. Створення власного аудіовізуального контенту з нуля, який би відповідав вимогам вільного ліцензування, також має свої труднощі. Науковці, які створюють такі матеріали, повинні чітко розуміти умови різних вільних ліцензій та свідомо ліцензувати свою роботу таким чином, щоб забезпечити її вільне використання спільнотою *Wikimedia*. Це потребуватиме додаткових зусиль та часу, а також суперечитиме традиційним підходам до публікацій наукових результатів, де авторське право часто передається видавництвам. Ще однією важливою проблемою є забезпечення доступності аудіовізуальних матеріалів для різних категорій користувачів *Wikimedia*, охоплюючи людей з обмеженими можливостями [31]. Наприклад, для користувачів з вадами слуху відеоролики потребують наявності субтитрів або транскрипції аудіодоріжки. Для користувачів з вадами зору зображення та інші аудіовізуальні елементи повинні супроводжуватися альтернативними текстовими описами, які б передавали зміст аудіовізуальної інформації. Забезпечення такої доступності потребує додаткових зусиль та ресурсів, а створення якісних субтитрів та альтернативних текстів є трудомістким процесом. Зауважимо, що не існує єдиного стандарту для опису складних наукових аудіовізуалізацій для людей з вадами зору. Недостатня увага до питань доступності призведе до того, що значна частина користувачів *Wikimedia* не зможе повноцінно скористатися перевагами аудіовізуального контенту.

Важливим аспектом, який необхідно враховувати під час використання аудіовізуальних засобів для представлення наукової інформації у *Wikimedia*, є забезпечення її об'єктивності та прозорості (табл. 3). Одним із основних ризиків є надмірне спрощення або викривлення наукових фактів. У прагненні зробити інформацію більш зрозумілою та доступною для широкої аудиторії існує спокуса спростити її до рівня, на якому вона втрачає свою наукову

цінність. Наприклад, спрощена модель атома або надмірно схематичне зображення біологічного процесу можуть бути корисними для первинного ознайомлення, але не відображають усієї складності та нюансів реальності. Іншим ризиком є можливість суб'єктивної інтерпретації наукових даних під час їхньої аудіовізуалізації. Вибір типу графіку, колірної схеми, розміру елементів та інших аудіовізуальних параметрів вплине на те, як глядач сприймає представлену інформацію. Необдуманий або упереджений вибір аудіовізуальних рішень може призвести до викривлення результатів дослідження або до формування в осіб хибних висновків [32]. Тому аудіовізуалізація наукових даних потребує дотримання принципів об'єктивності та прозорості, чітко демонструючи джерела даних та методологію їх аналізу. Особливо гострою є проблема під час створення аудіовізуалізацій, що стосуються контрверсійних або чутливих наукових питань [33]. У таких випадках важливо уникати спекуляцій, не підтверджених науковими доказами, та представляти різні точки зору, засновані на авторитетних джерелах. Аудіовізуальний контент повинен відображати науковий консенсус, якщо він існує, і чітко розрізняти науково обґрунтовані теорії від гіпотез або припущень. Контроль якості наукового аудіовізуального контенту у *Wikimedia* також є складним завданням. Оскільки платформа базується на принципах спільного редагування, будь-який користувач спроможний завантажити або змінити аудіовізуальний матеріал. Це створює ризик появи неточних або недостовірних аудіовізуалізацій. Тому необхідні ефективні механізми рецензування та перевірки наукового контенту, включаючи аудіовізуальний, з боку компетентних експертів та представників наукової спільноти.

Таблиця № 3.

Ризики та виклики використання аудіовізуального контенту для наукової комунікації у Wikimedia

Аспект ризику / Виклик	Опис проблеми	Наслідки	Шляхи мінімізації / Рекомендації
1. Надмірне спрощення / Викривлення фактів	У прагненні зробити інформацію зрозумілою для широкої аудиторії існує спокуса спростити її, чим втрачається наукова цінність або достовірність	Втрата наукової достовірності інформації. Формування неповного або хибного розуміння складних наукових концепцій (наприклад, спрощена модель атома, надмірно схематичне зображення біологічного процесу)	Збалансоване спрощення: надавати спрощені моделі для первинного ознайомлення, але завжди вказувати на їх обмеження та направляти до детальніших джерел для глибшого розуміння. Поступове розкриття складності: пропонувати інформацію: від простого до складного
2. Суб'єктивна інтерпретація даних	Вибір аудіовізуальних параметрів (тип графіку, колірна схема, розмір елементів) може впливати на сприйняття інформації глядачем,	Формування хибних висновків у користувачів. Викривлення результатів дослідження через маніпуляції з візуальними	Дотримання об'єктивності та прозорості: чітко демонструвати джерела даних та методологію їх аналізу. Використовувати нейтральні колірні

	призводячи до упередженого або викривленого подання наукових даних	елементами. Несвідоме або свідоме упередження у поданні інформації	схеми та пропорції. Запобігати візуальним спотворенням, що можуть ввести в оману. Використання стандартів: дотримуватися загальноприйнятих стандартів візуалізації даних
3. Контroversійні / чутливі питання	Особливо гостро проблема виникає під час створення аудіовізуалізацій, що стосуються дискусійних або суспільно значущих наукових тем (наприклад, зміна клімату, вакцинація, генна інженерія)	Поширення спекуляцій, не підтверджених науковими доказами. Формування хибних уявлень або поляризація думок у суспільстві. Підрив довіри до наукової інформації	Науковий консенсус: відображати науковий консенсус, якщо він існує. Чітко розрізняти науково обґрунтовані теорії від гіпотез або припущень. Представлення різних точок зору: у разі відсутності консенсусу або наявності декількох обґрунтованих теорій, представляти різні точки зору, засновані на авторитетних джерелах. Уникати спекуляцій
4. Контроль якості у спільно редагованих платформах (наприклад, Wikimedia)	Платформи, що базуються на принципах спільного редагування, наражаються на ризик появи неточних або недостовірних аудіовізуалізацій, оскільки будь-який користувач може завантажити або змінити матеріал	Поширення помилкової або шкідливої інформації. Зниження авторитетності та надійності платформи як джерела наукових знань. Необхідність постійного моніторингу та виправлення помилок	Ефективні механізми рецензування: запровадження системи перевірки контенту, включаючи аудіовізуальний компетентними експертами та представниками наукової спільноти. Прозорість джерел: вимагати чіткого зазначення джерел даних та методологій. Залучення наукової спільноти: стимулювати участь вчених та фахівців у перевірці та вдосконаленні аудіовізуального контенту.
5. Обмеження інфографіки	Обсяг інформації, який можна передати за допомогою інфографіки, є	Недостатнє розуміння теми через обмежену деталізацію.	Фокус на ключових повідомленнях: використовувати інфографіку для

	обмеженим, і для глибокого розуміння теми вона може бути недостатньо детальною. Існує ризик перевантаження інфографіки візуальними елементами.	Ускладнення сприйняття через надмірну кількість елементів ("візуальний шум"). Необхідність альтернативних текстових описів для доступності.	узагальнення та візуалізації ключових даних, а не для повного розкриття теми. Забезпечувати належний баланс між текстом та візуальними елементами. Надання супровідного тексту: завжди доповнювати інфографіку докладнішим текстом або посиланнями на джерела для тих, хто потребує глибшого розуміння
--	--	---	--

Серед основних видів аудіовізуального контенту, можна виокремити відеоролики, анімації, інфографіку, аудіозаписи та інтерактивні елементи. Так, відеоролики займають значне місце, адже вони здатні динамічно демонструвати наукові процеси, експерименти чи складні явища, поєднуючи аудіовізуальні образи з аудіосупроводом та текстовими поясненнями. Прикладами можуть слугувати навчальні відео про клітинний поділ, хімічні реакції, закони фізики або ж записи наукових лекцій та конференцій, що дають змогу безпосередньо отримати знання від експертів у певній галузі [34]. Також можна зустріти короткі документальні фільми або їх фрагменти, що ілюструють історичні наукові відкриття чи розповідають про видатних науковців. Інтерв'ю з дослідниками, представлені у відеоформаті, дають змогу почути особисті думки та бачення фахівців щодо актуальних наукових проблем, додаючи глибини розумінню.

Анімація ще є одним потужним інструментом аудіовізуалізації, особливо коли йдеться про абстрактні наукові концепції, які складно або неможливо показати за допомогою звичайної відеозйомки. Наприклад, двовимірна анімація часто використовується для пояснення механізмів на молекулярному чи клітинному рівні, для аудіовізуалізації математичних моделей або для створення спрощених образів складних систем. Тривимірна анімація надає можливість створювати більш реалістичні та деталізовані аудіовізуалізації, що є надзвичайно цінним у таких галузях, як медицина, де можна наочно продемонструвати будову органів та систем, або астрономія, де відтворюються космічні об'єкти та їх взаємодія. Скриптована анімація, що створюється за допомогою програмного коду, може динамічно змінюватися залежно від певних параметрів, що є корисним для пояснення математичних формул або для відображення даних, які змінюються в часі. Анімація надає автору повний контроль над аудіовізуальним представленням, дозволяючи акцентувати увагу на ключових деталях та спрощувати складні системи для кращого розуміння. Розмір анімаційних файлів часто є меншим, ніж відео, що є перевагою для користувачів з обмеженим інтернет-трафіком [35].

Широко використовується на платформах *Wikimedia* інфографіка, як аудіовізуальне представлення інформації, даних або знань у графічній формі. У науковому контексті інфографіка допомагає узагальнювати великі обсяги даних, роблячи їх більш зрозумілими та доступними для сприйняття. За допомогою схем, діаграм, графіків та іконок можна наочно пояснити складні наукові процеси, відобразити результати досліджень, статистичні дані або порівняльні аналізи. Аудіовізуалізація часових шкал та історичних подій за допомогою

інфографіки робить сприйняття інформації більш структурованим та легким для запам'ятовування, особливо коли йдеться про довгі періоди часу або велику кількість подій. Інфографіку легко поширювати в соціальних мережах, що сприяє популяризації наукової інформації [36]. Однак обсяг інформації, який можна передати за допомогою інфографіки є обмеженим і для глибокого розуміння теми буде недостатньо детальним. Існує також ризик перевантаження інфографіки аудіовізуальними елементами, що може ускладнити її сприйняття. Для забезпечення доступності інфографіка потребує детальних альтернативних текстових описів.

Важлива роль у аудіовізуальному представленні наукової інформації, особливо у поєднанні з іншими аудіовізуальними елементами надається аудіозаписам, хоча вони не є аудіовізуальним контентом. На платформах *Wikimedia* можна знайти наукові подкасти та аудіолекції, які дають змогу слухати інформацію в зручний час, наприклад, під час виконання інших завдань або в дорозі. Аудіозаписи є зручним форматом для навчання та ознайомлення з науковою інформацією в будь-який час. Вони дають змогу передавати нюанси голосу та інтонації лектора, що може підвищити зацікавленість слухачів. Розмір аудіофайлів, як правило, є невеликим, проте для розуміння багатьох наукових тем аудіовізуальна підтримка є вкрай важливою. Низька якість звуку може значно погіршити сприйняття інформації, а відсутність аудіовізуальних елементів може зробити навчання менш залучаючим для деяких користувачів. У деяких наукових галузях, таких як біоакустика чи астрономія, аудіозаписи природних звуків та сигналів є безпосередньо науковими даними, що можуть супроводжуватися аудіовізуальними представленнями [37]. Окрім того, аудіоописи до зображень та відео використовуються для забезпечення доступності контенту для людей з вадами зору, надаючи їм словесний опис того, що відображено аудіовізуально.

Деякі проєкти *Wikimedia* підтримують використання інтерактивних елементів, які надають користувачам можливість безпосередньо взаємодіяти з науковою інформацією. Це можуть бути інтерактивні діаграми та графіки, де користувач може самостійно змінювати параметри, вибирати набори даних або отримувати додаткову інформацію при наведенні курсора. Симуляції та віртуальні лабораторії дають змогу проводити віртуальні експерименти, досліджувати наукові явища в змодельованому середовищі та краще розуміти їх закономірності. У галузях, де важлива просторова уява, таких як біологія чи хімія, використовуються інтерактивні тривимірні моделі молекул або анатомічних структур, які можна обертати та масштабувати для детального вивчення. Проте розроблення якісних інтерактивних елементів є технічно складним і потребує високого рівня знань програмування. Існує також ризик неналежної сумісності різних браузерів та пристроїв, що може обмежити доступність такого контенту. Крім того, підтримка інтерактивних елементів на платформах *Wikimedia* все ще розвивається і їхнє використання є менш поширеним порівняно з іншими форматами.

Висновки. Підсумовуючи проведені дослідження, можна виокремити кілька ключових результатів. Платформи *Wikimedia* активно використовують різноманітні типи аудіовізуального контенту, включаючи відеоролики, анімації, інфографіку, аудіозаписи та інтерактивні елементи, кожен з яких має свої особливості та призначення. Відео є інформативним та динамічним форматом, анімація ефективно аудіовізуалізує абстрактні концепції, інфографіка забезпечує швидке сприйняття структурованих даних, аудіозаписи зручні для навчання в дорозі, а інтерактивні елементи сприяють активному залученню користувачів. Проте кожен із цих форматів має свої переваги та недоліки в контексті специфіки *Wikimedia*. Відеоролики вирізняються високою інформативністю та наочністю, але складні у створенні та можуть мати великий розмір. Анімація чудово підходить для аудіовізуалізації абстракцій, але потребує спеціальних навичок та може спровокувати

інформацію й допускати неточності. Інфографіка забезпечує швидке сприйняття, але має обмежений обсяг інформації. Аудіозаписи зручні, але недостатні для розуміння складних тем без аудіовізуальної підтримки. Інтерактивні елементи активно залучають користувачів, але складні у розробленні та мають обмежену підтримку на платформах *Wikimedia*. Приклади використання аудіовізуальних засобів для ілюстрації складних наукових концепцій у різних галузях знань, від біології та фізики до математики та медицини демонструють, як аудіовізуалізація може значно полегшити розуміння абстрактних ідей, наочно показати складні процеси та підвищити зацікавленість користувачів. Водночас, існує ряд проблем, що стримують повноцінне використання аудіовізуального потенціалу *Wikimedia* в науковій сфері. До них належать питання якості та наукової достовірності контенту, технічні вимоги до його створення та відтворення, труднощі з ліцензуванням та авторським правом, а також недостатнє забезпечення доступності контенту для людей з обмеженими можливостями.

З огляду на отримані результати, можна зробити кілька чітких висновків. Сучасний стан використання аудіовізуальних засобів на платформах *Wikimedia* для представлення наукової інформації є перспективним, але потребує подальшого розвитку та оптимізації. Існуючі проблеми, такі як неоднорідність якості контенту, ризики щодо наукової достовірності та труднощі з доступністю, потребують уваги та розв'язання. Водночас, наявність потужної платформи з великою кількістю користувачів створює значні можливості для подальшого впровадження та ефективного використання аудіовізуальних засобів у науково-освітніх цілях. Для розширення використання якісного аудіовізуального наукового контенту у *Wikimedia* доцільними є такі практичні рекомендації: *по-перше*, науковим установам варто активніше долучати своїх співробітників до створення та поширення вільно ліцензованого аудіовізуального контенту, який би ілюстрував результати їхніх досліджень та пояснював складні наукові концепції широкій аудиторії. Це може бути створення коротких відеолекцій, анімацій, інфографіки або аудіозаписів на основі забезпечення наукової точності та достовірності створюваних матеріалів; *по-друге*, закладам вищої освіти необхідно заохочувати науково-педагогічних, педагогічних працівників та здобувачів освіти створювати й поширювати науково-освітній аудіовізуальний контент на платформах *Wikimedia*. Це може бути включено до змісту освітньо-професійних та освітньо-наукових програм або підтримуватися у вигляді окремих проєктів та ініціатив; *по-третє*, редакторам *Wikimedia* доцільно приділяти більше уваги пошуку та інтеграції якісного аудіовізуального контенту у зміст наукових статей. Доцільно розробити чіткі критерії оцінювання якості та наукової достовірності таких матеріалів, а також створення нових вільно ліцензованих аудіовізуалізацій. Окрім того, важливо забезпечити відповідність контенту вимогам доступності, наприклад, шляхом додавання субтитрів до відео або альтернативних описів до зображень. Співпраця між науковцями, педагогами та фахівцями з аудіовізуалізації сприятиме створенню високоякісних наукових і навчальних матеріалів, які будуть корисні для широкої аудиторії.

Перспективи подальших розвідок. Для подальших напрямів дослідження важливим є вивчення впливу різних видів аудіовізуального контенту на рівень розуміння та запам'ятовування наукової інформації різними категоріями користувачів *Wikimedia*. Дослідження можуть бути спрямовані на порівняння ефективності відео, анімації, інфографіки та інших форматів для пояснення конкретних наукових тем. Іншим перспективним напрямом є розроблення технологій для автоматизованого створення та перевірки наукового аудіовізуального контенту. Це може передбачати розроблення алгоритмів для автоматичного створення субтитрів, генерації альтернативних описів, перевірки наукової точності аудіовізуалізацій тощо. Важливим є дослідження методів покращення доступності аудіовізуального контенту для людей з обмеженими можливостями, використання інтерактивних та мультимедійних форматів для більш глибокого залучення користувачів до вивчення наукових концепцій через *Wikimedia*. Подальші дослідження можуть бути також спрямовані на підвищення обізнаності наукової спільноти щодо вимог вільного ліцензування

аудіовізуального контенту *Wikimedia*, щоб кожен користувач мав змогу отримати доступ до наукових знань у зручному для нього форматі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Chen, H., Chiang, R. H., & Storey, V. C. (2012). Business intelligence and analytics: From big data to big impact. *MIS quarterly*, 1165-1188.
2. Kelleher, C., & Wagener, T. (2011). Ten guidelines for effective data visualization in scientific publications. *Environmental Modelling & Software*, 26(6), 822-827.
3. Tufte, E. R. (2001). *The visual display of quantitative information* (2nd ed.). Graphics Press.
4. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2017). *Communicating science effectively: A research agenda*. The National Academies Press. <https://nap.nationalacademies.org/catalog/23674/communicating-science-effectively-a-research-agenda>
5. Medina, J. (2014). *Brain rules: 12 principles for surviving and thriving at work, home, and school*. Pear Press
6. Mayer, R. E., Lee, H., & Peebles, A. (2014). Multimedia learning in a second language: A cognitive load perspective. *Applied Cognitive Psychology*, 28(5), 653-660.
7. Wikipedia:Wikipedia Signpost. (2025, May 1). Recent research. https://en.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Wikipedia_Signpost/2025-05-01/Recent_research
8. Scientific citation. (2025). Wikipedia. Retrieved from https://en.wikipedia.org/wiki/Scientific_citation
9. Nicholson, J. M., Uppala, A., Sieber, M., Grabitz, P., Mordaunt, M., & Rife, S. C. (2020). Measuring the quality of scientific references in Wikipedia: an analysis of more than 115M citations to over 800 000 scientific articles. *The FEBS Journal*, 288(14), 4242–4248. <https://doi.org/10.1111/febs.15608>
10. Nielsen, F. A., Mitchen, D., & Willighagen, E. L. (2021). A comprehensive data set of citations with identifiers extracted from English Wikipedia. *Quantitative Science Studies*, 2(1), 1–17. <https://direct.mit.edu/qss/article/2/1/1/97565/Wikipedia-citations-A-comprehensive-data-set-of>
11. Wiki Workshop. (2022). A Map of Science in Wikipedia. https://wikiworkshop.org/2022/papers/WikiWorkshop2022_paper_4.pdf
12. Yang, P., Shoaib, A., West, R., & Colavizza, G. (2024). Open access improves the dissemination of science: insights from Wikipedia. *Scientometrics*, 129(11), 7083–7106. <https://doi.org/10.1007/s11192-024-05163-4>
13. Yang, L., & Colavizza, G. (2022). A map of science in Wikipedia. https://www.researchgate.net/publication/362729700_A_Map_of_Science_in_Wikipedia
14. Singh, V. K., Flöck, F., Redi, M., & Mami, M. (2020). Wikipedia Citations: A comprehensive data set of citations with identifiers extracted from English Wikipedia. *arXiv*. <https://cris.unibo.it/bitstream/11585/948750/1/Singh%20et%20al.%20-%202021%20-%20Wikipedia%20citations%20A%20comprehensive%20data%20set%20of%20c.pdf>
15. Pascoe, M. A. (2025). Improving science communication and organization visibility through Wikipedia: A case study of the American Association for Anatomy. *bioRxiv*, 2025-04.
16. Tamari, R., & Friedman, D. (2023). Open Access science needs Open Science Sensemaking (OSSm): open infrastructure for sharing scientific sensemaking data. - Bing. (2023). Bing. [https://www.bing.com/search?q=Tamari%2C+R.%2C+%26+Friedman%2C+D.+\(2023\).+Open+Access+science+needs+Open+Science+Sensemaking+\(OSSm\)%3A+open+infrastructure+for+sharing+scientific+sensemaking+data.&cvid=6319d3d7837b4d8f8044f84aa9a7131a&gs_lcrp=EgRIZGdIKgYIABBFdKyBggAEEUYOTIICAEQ6QcY_FXSAQczNjdqMGo0qAIIsAIB&FORM=ANAB01&PC=U531](https://www.bing.com/search?q=Tamari%2C+R.%2C+%26+Friedman%2C+D.+(2023).+Open+Access+science+needs+Open+Science+Sensemaking+(OSSm)%3A+open+infrastructure+for+sharing+scientific+sensemaking+data.&cvid=6319d3d7837b4d8f8044f84aa9a7131a&gs_lcrp=EgRIZGdIKgYIABBFdKyBggAEEUYOTIICAEQ6QcY_FXSAQczNjdqMGo0qAIIsAIB&FORM=ANAB01&PC=U531)
17. Creative Commons. (n.d.). About the Licenses. Retrieved June 12, 2025, from <https://creativecommons.org/licenses/>

18. Методичні засади формування та візуалізації знань: монографія. (2018). Методичні засади формування та візуалізації знань. Державний університет телекомунікацій. https://dut.edu.ua/uploads/1_1332_10839818.pdf
19. ЮРЧЕНКО, А. (2017). Візуалізація як основа формування знань та умінь майбутніх вчителів. Фундаментальные и прикладные исследования: современные научно-практические решения и подходы: сборник материалов II-й Международной науч., 385.
20. Suoranta, J. (2014). LEARNERS AND OPPRESSED PEOPLES OF THE WORLD, WIKIFY! Wikiversity as a Global Critical Pedagogy. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/268224474_LEARNERS_AND_OPPRESSED_PEOPLES_OF_THE_WORLD_WIKIFY_Wikiversity_as_a_Global_Critical_Pedagogy
21. Галушко, Н. А. (2018). Візуалізація даних як інструмент популяризації науки та знань. Інформаційне суспільство, (28), 56–60. http://nbuv.gov.ua/UJRN/is_2018_28_10
22. Sustainability of Digital Formats: Planning for Library of Congress Collections. (2024). Loc.gov. <https://www.loc.gov/preservation/digital/formats/>
23. Mayer, R. E. (2009). Multimedia learning (2nd ed.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511811678>
24. Vrandečić, D., & Krötzsch, M. (2014). Wikidata: A Free Collaborative Knowledgebase. Communications of the ACM, 57(10), 78–85. <https://dl.acm.org/doi/10.1145/2629489>
25. Suhr, S. (2009). Science communication in a changing world. Ethics in Science and Environmental Politics, 9(1), 1-4.
26. Vrandečić, D., & Krötzsch, M. (2014). Wikidata. Communications of the ACM, 57(10), 78–85. <https://doi.org/10.1145/2629489>
27. Еннан, Р. Є. (2024). Здійснення і захист авторських прав у цифровому середовищі (в мережі Інтернет). Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: Право, 2(86), 101-107.
28. Ware, C. (2019). Information visualization: Perception for design (4th ed.). Morgan Kaufmann. <https://www.elsevier.com/books/information-visualization/ware/978-0-12-812875-1>
29. Wikimedia Commons. (n.d.). Commons:Licensing. Retrieved June 12, 2025, from <https://commons.wikimedia.org/wiki/Commons:Licensing>
30. Приходькіна, Н. О. (2024). Відкрита наука в сучасному дослідницькому просторі. Вісник післядипломної освіти. Серія «Педагогічні науки», 30(59), 109-134.
31. World Wide Web Consortium (W3C). (2020). Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1. <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>
32. Wikipedia. (n.d.). Wikipedia:Verifiability. Retrieved June 12, 2025, from <https://en.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Verifiability>
33. Wikipedia. (n.d.). Wikipedia:Neutral point of view. Retrieved June 12, 2025, from https://en.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Neutral_point_of_view
34. Fischhoff, B. (2013). The sciences of science communication. Proceedings of the National Academy of Sciences, 110(Supplement 3), 14033–14039. <https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.1213273110>
35. Степаненко, А. І. (2015). Роль візуалізації процесу навчання в умовах навчального інформаційного середовища. <https://dspace.luguniv.edu.ua/xmlui/bitstream/handle/123456789/1210/Stepanenko.pdf>
36. Бондаренко, В. В. (2017). Оптимізація медіа-контенту для дистанційного навчання. Інформаційні технології в освіті, (29), 98–104. http://nbuv.gov.ua/UJRN/itvo_2017_29_16
37. Андрос, М. Є. (2023). Віртуальне освітнє середовище: вітчизняні реалії. Актуальні проблеми в системі освіти: заклад загальної середньої освіти–до університетська підготовка–заклад вищої освіти, (3), 153-163.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Chen, H., Chiang, R. H., & Storey, V. C. (2012). Business intelligence and analytics: From big data to big impact. MIS Quarterly, 1165–1188.

2. Kelleher, C., & Wagener, T. (2011). Ten guidelines for effective data visualization in scientific publications. *Environmental Modelling & Software*, 26(6), 822–827.
3. Tufte, E. R. (2001). *The visual display of quantitative information* (2nd ed.). Graphics Press.
4. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2017). *Communicating science effectively: A research agenda*. The National Academies Press. <https://nap.nationalacademies.org/catalog/23674/communicating-science-effectively-a-research-agenda>
5. Medina, J. (2014). *Brain rules: 12 principles for surviving and thriving at work, home, and school*. Pear Press.
6. Mayer, R. E., Lee, H., & Peebles, A. (2014). Multimedia learning in a second language: A cognitive load perspective. *Applied Cognitive Psychology*, 28(5), 653–660.
7. Wikipedia: Wikipedia Signpost. (2025, May 1). Recent research. https://en.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Wikipedia_Signpost/2025-05-01/Recent_research
8. Scientific citation. (2025). Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Scientific_citation
9. Nicholson, J. M., Uppala, A., Sieber, M., Grabitz, P., Mordaunt, M., & Rife, S. C. (2020). Measuring the quality of scientific references in Wikipedia: An analysis of more than 115 M citations to over 800 000 scientific articles. *The FEBS Journal*, 288(14), 4242–4248. <https://doi.org/10.1111/febs.15608>
10. Nielsen, F. A., Mietchen, D., & Willighagen, E. L. (2021). A comprehensive data set of citations with identifiers extracted from English Wikipedia. *Quantitative Science Studies*, 2(1), 1–17. <https://direct.mit.edu/qss/article/2/1/1/97565/Wikipedia-citations-A-comprehensive-data-set-of>
11. Wiki Workshop. (2022). A map of science in Wikipedia. https://wikiworkshop.org/2022/papers/WikiWorkshop2022_paper_4.pdf
12. Yang, P., Shoaib, A., West, R., & Colavizza, G. (2024). Open access improves the dissemination of science: Insights from Wikipedia. *Scientometrics*, 129(11), 7083–7106. <https://doi.org/10.1007/s11192-024-05163-4>
13. Yang, L., & Colavizza, G. (2022). A map of science in Wikipedia. https://www.researchgate.net/publication/362729700_A_Map_of_Science_in_Wikipedia
14. Singh, V. K., Flöck, F., Redi, M., & Mami, M. (2020). Wikipedia citations: A comprehensive data set of citations with identifiers extracted from English Wikipedia. *arXiv*. <https://cris.unibo.it/bitstream/11585/948750/1/Singh%20et%20al.%20-%202021%20-%20Wikipedia%20citations%20A%20comprehensive%20data%20set%20of%20c.pdf>
15. Pascoe, M. A. (2025). Improving science communication and organization visibility through Wikipedia: A case study of the American Association for Anatomy. *bioRxiv*, 2025-04.
16. Tamari, R., & Friedman, D. (2023). Open access science needs Open Science Sensemaking (OSSm): Open infrastructure for sharing scientific sensemaking data. *Bing*. [https://www.bing.com/search?q=Tamari%2C+R.%2C+%26+Friedman%2C+D.+\(2023\)...](https://www.bing.com/search?q=Tamari%2C+R.%2C+%26+Friedman%2C+D.+(2023)...)
17. Creative Commons. (n.d.). About the licenses. Retrieved June 12, 2025, from <https://creativecommons.org/licenses/>
18. Metodychni zasady formuvannia ta vizualizatsii znan': monohrafiia. (2018). *Methodological principles of knowledge formation and visualization: Monograph*. State University of Telecommunications. https://dut.edu.ua/uploads/l_1332_10839818.pdf [in Ukrainian]
19. Yurchenko, A. (2017). Visualization as the basis for the formation of knowledge and skills of future teachers. *Fundamental and Applied Research: Modern Scientific and Practical Solutions and Approaches*, 385. [in Ukrainian]
20. Suoranta, J. (2014). Learners and oppressed peoples of the world, wikify! Wikiversity as a Global Critical Pedagogy. *ResearchGate*. https://www.researchgate.net/publication/268224474_LEARNERS_AND_OPPRESSED_PEOPLE_S_OF_THE_WORLD_WIKIFY_Wikiversity_as_a_Global_Critical_Pedagogy
21. Halushko, N. A. (2018). Data visualization as a tool for popularization of science and knowledge. *Information Society*, (28), 56–60. http://nbuv.gov.ua/UJRN/is_2018_28_10 [in Ukrainian]

22. Sustainability of digital formats: Planning for Library of Congress collections. (2024). Loc.gov. <https://www.loc.gov/preservation/digital/formats/>
23. Mayer, R. E. (2009). Multimedia learning (2nd ed.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511811678>
24. Vrandečić, D., & Krötzsch, M. (2014). Wikidata: A free collaborative knowledgebase. Communications of the ACM, 57(10), 78–85. <https://dl.acm.org/doi/10.1145/2629489>
25. Suhr, S. (2009). Science communication in a changing world. Ethics in Science and Environmental Politics, 9(1), 1–4.
26. Vrandečić, D., & Krötzsch, M. (2014). Wikidata. Communications of the ACM, 57(10), 78–85. <https://doi.org/10.1145/2629489>
27. Ennan, R. Ye. (2024). Implementation and protection of copyright in the digital environment (on the Internet). Scientific Bulletin of Uzhhorod National University. Series: Law, 2(86), 101–107. [in Ukrainian]
28. Ware, C. (2019). Information visualization: Perception for design (4th ed.). Morgan Kaufmann. <https://www.elsevier.com/books/information-visualization/ware/978-0-12-812875-1>
29. Wikimedia Commons. (n.d.). Commons: Licensing. Retrieved June 12, 2025, from <https://commons.wikimedia.org/wiki/Commons:Licensing>
30. Prykhodkina, N. O. (2024). Open science in the modern research space. Bulletin of Postgraduate Education. Series “Pedagogical Sciences”, 30(59), 109–134. [in Ukrainian]
31. World Wide Web Consortium (W3C). (2020). Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1. <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>
32. Wikipedia. (n.d.). Wikipedia: Verifiability. Retrieved June 12, 2025, from <https://en.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Verifiability>
33. Wikipedia. (n.d.). Wikipedia: Neutral point of view. Retrieved June 12, 2025, from https://en.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Neutral_point_of_view
34. Fischhoff, B. (2013). The sciences of science communication. Proceedings of the National Academy of Sciences, 110(Suppl 3), 14033–14039. <https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.1213273110>
35. Stepanenko, A. I. (2015). The role of visualization in the learning process within the educational information environment. <https://dspace.luguniv.edu.ua/xmlui/bitstream/handle/123456789/1210/Stepanenko.pdf> [in Ukrainian]
36. Bondarenko, V. V. (2017). Optimization of media content for distance learning. Information Technologies in Education, (29), 98–104. http://nbuv.gov.ua/UJRN/itvo_2017_29_16 [in Ukrainian]
37. Andros, M. Ye. (2023). Virtual educational environment: Ukrainian realities. Current Problems in the Education System: General Secondary Education Institution – Pre-University Training – Higher Education Institution, (3), 153–163. [in Ukrainian]

Oleksandr Radkevych

Institute of Digitalization of Education of the National Academy of Educational Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

AUDIOVISUAL REPRESENTATION OF SCIENTIFIC INFORMATION ON WIKIMEDIA PLATFORMS

Relevance of the study lies in the rapid digitalization of the educational and scientific space, which requires new approaches to communicating scientific knowledge. Traditional text formats are losing effectiveness in conveying information to a broad audience, especially in an environment dominated by visual content. In this context, Wikimedia platforms—including Wikipedia, Wikimedia Commons, and Wikiversity—are viewed as essential components of the digital science infrastructure that bridge academic and public domains. Presenting scientific concepts through images, animation, video, and other interactive formats enhances comprehension of complex ideas and improves the quality of scientific and educational communication. This approach is particularly relevant in the era

of globalized knowledge, when research outcomes must be accessible not only to experts but also to the general public.

The aim of this article is to justify modern approaches to the audiovisual representation of scientific information on Wikimedia platforms. The study classifies existing types of science-oriented audiovisual content across Wikipedia, Wikimedia Commons, Wikiversity, and related platforms. It also defines the core principles of audiovisual representation of scientific knowledge online—clarity, accuracy, reliability, open dissemination of science, broad audience engagement, adherence to free licensing requirements, and respect for copyright. The article provides examples of effective use of audiovisual media to illustrate complex scientific concepts in various disciplines, helping audiences grasp abstract ideas, understand intricate processes, and sustain interest in scientific topics.

To ensure the quality of audiovisual scientific content on Wikimedia platforms, the authors propose the following recommendations: engaging researchers, educators, and Wikimedia editors in creating and distributing freely licensed audiovisual materials that visualize research findings and explain complex concepts; ensuring scientific validity and accuracy of created content; and improving accessibility—for example, by adding subtitles to videos or alternative text descriptions to images.

Keywords: Wikimedia, audiovisual content, videos, animation, infographics, interactive formats, audiovisual representation, scientific information.



Licensed under CC BY-NC-SA 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Стаття надійшла до редакції 24.07.2025

The article was received 24 July 2025